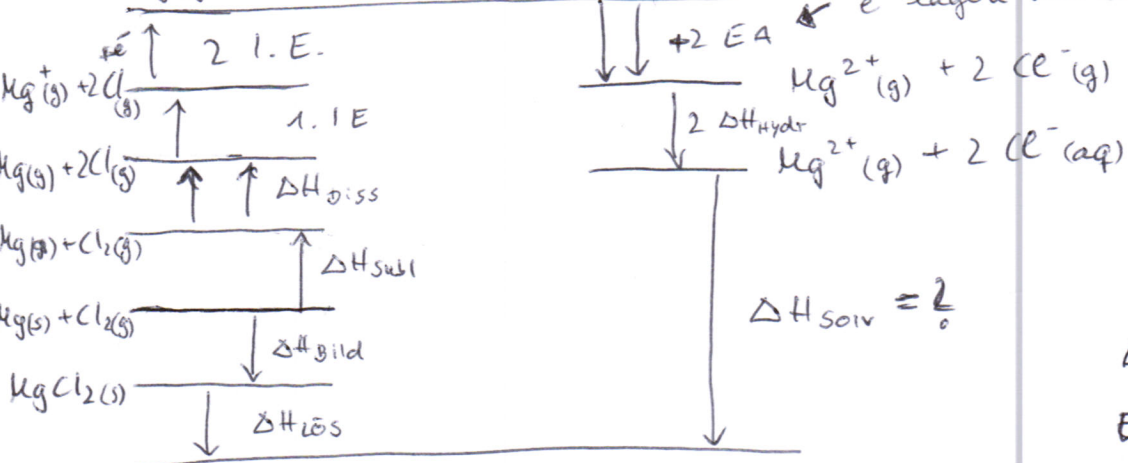
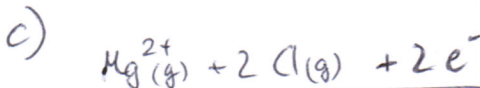
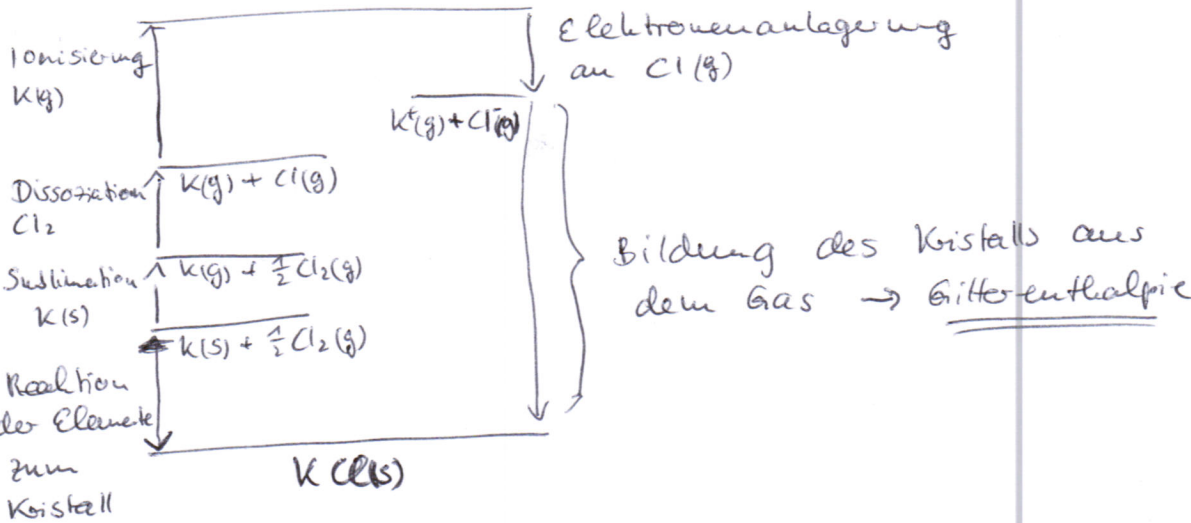
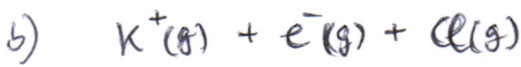


Aufgabe 1 - Übung 4

a) Wegunabhängigkeit



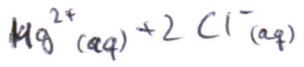
Ionisierungsenergie: Energie, die benötigt wird um e^- von Atom zu trennen
 Elektronenaffinität: bei anlagerung an neutr. Molekül umgesetzte Energie

e^- lagern sich an Cl an

$Mg^{2+}(g) + 2 Cl^-(g)$ Ionen in Gasphase

$\Delta H_{solv} = ?$

$\Delta H_{diss}(Cl_2) = 241,6 \frac{kJ}{mol}$
 $EA(Cl(g)) = -31,78 eV$



$1 eV = 96,485 \frac{kJ}{mol}$

$\Delta H_{bild} + \Delta H_{lös} - \Delta H_{subl} - \Delta H_{diss} - 1. I.E. - 2 I.E. + 2 EA - 2 \Delta H_{hydr} - \Delta H_{solv} \stackrel{!}{=} 0$

$\Rightarrow \Delta H_{solv} = -1890,4 \frac{kJ}{mol}$

Aufgabe 2

bei 298 K:

$$\begin{aligned}\Delta_r G_m &= \Delta_B G_m(\text{CO}_2) - \Delta_B G_m(\text{CO}) \\ &= -394,36 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} + 137,17 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} \\ &= -257,19 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} < 0 \text{ exotherm}\end{aligned}$$

$$\Delta_r H_m = -393,51 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} + 110,53 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} = -282,98 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} < 0 \text{ exotherm}$$

Temperaturabhängigkeit der freien Enthalpie (Gibbs-Helmholtz-Behandlung)

$$\frac{\partial \left(\frac{\Delta_r G}{T} \right)}{\partial T} = - \frac{H}{T^2} \quad \text{integrieren} \quad \uparrow \text{erklären}$$

$$\frac{\Delta_r G_2}{T_2} - \frac{\Delta_r G_1}{T_1} = H \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta_r G_2}{T_2} = H \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right) + \frac{\Delta_r G_1}{T_1}$$

$$\begin{aligned}\Rightarrow \Delta_r G_2 &= H \left(1 - \frac{T_2}{T_1} \right) + \frac{\Delta_r G_1 \cdot T_2}{T_1} \\ &= -282,98 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} \left(1 - \frac{350\text{K}}{298\text{K}} \right) + -257,1 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} \cdot \left(\frac{350\text{K}}{298\text{K}} \right)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}&= -252,58 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} < 0 \text{ auch bei höherer } T, \\ &\text{Reaktion läuft immer freiwillig ab}\end{aligned}$$

Aufgabe 3

Volumenabhängigkeit der Entropie: $\frac{\partial S}{\partial V}$, ideales Gas $pV = nkT$

$$\left(\frac{\partial S}{\partial V} \right)_T = \left(\frac{\partial p}{\partial T} \right)_V$$

$$= \left[\frac{\partial}{\partial T} \left(\frac{nkT}{V} \right) \right]_V$$

$$= \frac{nk}{V} \quad \text{integrieren}$$

$$\Rightarrow S = nk \ln V$$

Aufgabe 4

a) $V = 2,5 \text{ L} = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$

$p_0 = 1 \text{ bar} = 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$

$p_1 = 100 \text{ bar} = 10^7 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$

$\left(\frac{\partial G}{\partial p}\right)_T = V$

$dG = V dp - S dT$
 $= V dp$ \downarrow
konst

$\Delta G = V \int_{p_0}^{p_1} dp$

V unabh.-gig p da Flüssigkeit

$= V (p_1 - p_0) = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \cdot 99 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$
 $= 24,75 \text{ kJ}$

b) $T = 298 \text{ K}$

$p_0 = 1 \text{ bar}$

$p_1 = 100 \text{ bar}$

$\Delta G = \int_{p_0}^{p_1} V(p) dp$

ideales Gas $V = \frac{n k T}{p}$

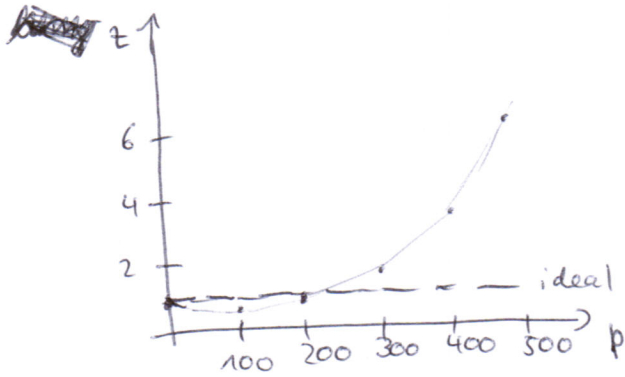
$= \int_{p_0}^{p_1} \frac{n k T}{p} dp = n k T \ln \frac{p_1}{p_0}$

$\Rightarrow \Delta G_m = R T \ln \frac{p_1}{p_0} = 8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 298 \text{ K} \cdot 100$
 $= 11,41 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$

Aufgabe 5

a)

p	100	200	300	400	500
z	0,5	0,8	1,9	3,8	6,5



b)

Für reale Gase weicht das tatsächliche Volumen vom idealen ab. Da $\left(\frac{\partial G}{\partial p}\right)_T = V$ gilt, wirkt sich dies auch auf die freie Enthalpie aus:

$$G^r(p) = G^{(i)}(p) + \Delta G^{ex}$$

$$= \Delta G^{ex} = G^r(p) - G^{(i)}(p) = nRT \ln \gamma$$

mit $\ln \gamma = \int_0^p \frac{z-1}{p} dp$ Fugazitätskoeffizient

p	100	200	300	400	500
$\ln \gamma$	-0,7	-1	-0,9	-0,4	0,5
ΔG^{ex}	-1,73 kJ	-2,48 kJ	-2,23 kJ	-0,99 kJ	1,24 kJ

$$\ln \gamma = \int_0^p \frac{1 - 9 \cdot 10^{-3} \frac{p}{p_0} + 4 \cdot 10^{-5} \left(\frac{p}{p_0}\right)^2}{p} dp$$

$$= - \int_0^p 9 \cdot 10^{-3} \frac{1}{p_0} dp + 4 \cdot 10^{-5} \int_0^p \frac{p}{p_0^2} dp$$

$$= -9 \cdot 10^{-3} \frac{p}{p_0} + 2 \cdot 10^{-5} \frac{p^2}{p_0^2}$$

$$p_0 = 1 \text{ bar}$$